

PENERAPAN METODE *LEAN PROJECT MANAGEMENT* DALAM PERENCANAAN PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN GEDUNG MANTOS TAHAP III)

Silvia Hermina Stevania Untu

Ariestides K. T. Dundu, Robert J. M. Mandagi

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: cipia_lovegod@yahoo.com

ABSTRAK

Setiap pelaksanaan proyek konstruksi tidak lepas dari berbagai kendala ataupun kegagalan, yang antara lain disebabkan oleh rendahnya kinerja ataupun produktivitas tenaga kerja, perencanaan proyek yang kurang matang, anggaran proyek membengkak, dan juga spesifikasi yang tidak sesuai. Untuk itu perlu adanya perbaikan perencanaan dengan menggunakan metode *Lean Project Management* (LPM), yang meliputi pengidentifikasian waste, resiko dan estimasi kebutuhan proyek (waktu, sumber daya, dan biaya). Estimasi waktu dilakukan dengan menggunakan metode penjadwalan *Critical Chain Project Managament* (CCPM).

Dari penelitian ini diperoleh waste yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek yaitu waiting, defects, unnecessary motion dan excessive transportation. Waiting dan defect disebabkan karena lokasi penampungan material yang terbatas, kondisi cuaca yang tidak menentu, dan kondisi tanah yang sangat keras, sedangkan unnecessary motion dan excessive transportation disebabkan oleh traffic jam.

Beberapa hal yang perlu dilakukan untuk menghindari hal tersebut yaitu dengan pengiriman material berdasarkan jadwal pekerjaan, mengajukan surat keterlambatan kepada pemilik proyek, optimalisasi anggaran sesuai kebutuhan. Untuk menghindari traffic jam ditempuh dengan tindakan mencari rute terpendek dari tempat pengangkutan menuju lokasi proyek. Adanya waste akan mengakibatkan keterlambatan proyek, untuk itu perlu adanya safety time (buffer time) yang terdapat dalam penjadwalan dengan metode CCPM. Dari hasil penanganan waste dengan menggunakan penjadwalan CCPM didapatkan penghematan waktu pengerjaan proyek sebesar 7 hari.

Kata kunci: *Lean Project Management*, Waste, *Critical Chain* resiko, estimasi kebutuhan proyek

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Setiap pelaksanaan proyek konstruksi tidak lepas dari berbagai kendala ataupun kegagalan konstruksi, yang disebabkan oleh rendahnya kinerja ataupun produktivitas para tenaga kerja, perencanaan proyek yang kurang matang, anggaran yang membengkak, dan juga spesifikasi yang tidak sesuai.

Walaupun kegagalan tersebut tidak dapat dilihat secara nyata, namun jika berlangsung dengan intensitas yang besar dan terus-menerus maka kegagalan tersebut dapat terakumulasi dan dampaknya akan terlihat pada akhir proyek. Misalnya saja keterlambatan pengerjaan proyek dari jadwal yang direncanakan dan penambahan anggaran biaya dari yang semula direncanakan.

Faktor lain yang menyebabkan adanya *Non Value-Adding Activities* adalah ketidakefektifan oleh beberapa faktor yang terlibat dalam

pelaksanaan proyek (*man, method, machine, material, environment*), sehingga dapat memicu keterlambatan dalam penyelesaian proyek.

Tidak adanya perencanaan yang baik dan terstruktur juga merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada terlambatnya proses konstruksi yang selanjutnya dapat berakibat pada berkurangnya kepercayaan masyarakat, dalam hal ini adalah owner terhadap kinerja dari penyedia jasa konstruksi.

Segala sesuatu didalam suatu proyek yang tidak menambah nilai, sebaliknya menambah biaya disebut dengan pemborosan (*waste*). Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut diperlukan perbaikan perencanaan dengan menggunakan pendekatan *Lean project management* (LPM), yang didalamnya dilakukan pengidentifikasian waste, resiko dan estimasi kebutuhan proyek (waktu, sumber daya, dan biaya), estimasi waktu dilakukan dengan menggunakan metode penjadwalan *Critical Chain Project Managament*

(CCPM). Di dalam LPM terdapat prinsip-prinsip yang dapat diterapkan dalam perencanaan dan pengerjaan proyek.

Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan yang berpotensi muncul, dilihat dari pengalaman sebelumnya oleh penyedia jasa konstruksi yaitu keterlambatan pengerjaan proyek dari jadwal yang direncanakan dan penambahan anggaran biaya dari yang semula direncanakan yang disebut dengan pemborosan (*waste*), sehingga dapat menghambat pelaksanaan proyek, baik dari segi sumber daya, risiko, biaya, dan waktu.

Selanjutnya yaitu melakukan perencanaan pelaksanaan proyek dengan menggunakan pendekatan *Lean project management* dengan menerapkan prinsip-prinsip yang ada didalamnya untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Batasan Masalah

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

- Penelitian dilakukan pada perencanaan pembangunan gedung Hotel Manado Town Square tahap III yang dikerjakan oleh PT. Gerbang Nusa Perkasa.
- Pekerjaan yang ditinjau adalah pekerjaan pondasi, pekerjaan struktur dan pekerjaan atap.
- Waste* yang diidentifikasi adalah *waste* yang berpotensi terjadi selama pelaksanaan proyek (sesuai dengan karakteristik proyek).
- Waste* yang akan diamati adalah 4 macam *waste*, yaitu cacat (*defect*), waktu tunggu (*waiting*), angkutan yang berlebihan (*Excessive transportation*), pergerakan yang tidak perlu (*Unnecessary motion*)
- Prinsip *lean project management* yang diterapkan dalam penelitian disesuaikan dengan skala dan karakteristik proyek.
- Dalam *managing variation*, yang diestimasi sebelum pelaksanaan proyek adalah biaya dan waktu.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- Mengidentifikasi *waste* yang berpotensi terjadi dengan memberikan langkah preventif.
- Mengidentifikasi resiko yang berpotensi muncul selama pelaksanaan proyek.
- Mengestimasi biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek.

Manfaat dari penelitian ini adalah

Memberikan masukan kepada perusahaan pihak manajemen agar dapat melakukan perencanaan proyek lebih terstruktur dengan menerapkan prinsip *lean project management*, sehingga pelaksanaan proyek lebih efektif dan efisien.

LANDASAN TEORI

Pengertian proyek

Proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (Maharesi, 2002).

Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang hanya terjadi sekali, dimana pelaksanaannya sejak awal sampai akhir dibatasi oleh kurun waktu tertentu (Tampubolon, 2004)

Menurut Soeharto (1999), kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang *criteria* mutunya telah digariskan dengan jelas.

Jenis-jenis Proyek

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat dikelompokkan menjadi:

- Proyek *Engineering*-Konstruksi
Terdiri dari pengkajian kelayakan desain *engineering*, pengadaan, dan konstruksi.
- Proyek *Engineering*-Manufaktur
Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.
- Proyek Penelitian dan Pengembangan
Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.
- Proyek Pelayanan Manajemen
Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir, misalnya merancang sistem informasi manajemen.
- Proyek Kapital
Proyek capital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi.
- Proyek Radio-Telekomunikasi

Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.

- g. **Proyek Konservasi *Bio-Diversity*** Proyek konservasi *bio-diversity* merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

Manajemen Proyek

H. Kerzner (dalam Soeharto, 1999) menyatakan, melihat dari wawasan manajemen, bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Berbeda dengan definisi H. Kerzner, PMI (*Project Management Institute*), mendefinisikan manajemen proyek sebagai ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan *modern* untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para *stakeholder*.

Menurut Siswanto (2007), dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu:

- a. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*man power planning*), dan sumber organisasi yang lain.
- b. Proses pengendalian (*controlling*).

Manajemen Proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu :

- **Perencanaan.** Fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi tim-nya.
- **Penjadwalan.** Fase ini menghubungkan orang, uang, dan bahan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.
- **Pengendalian.** Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

Handoko (1999) menyatakan tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut:

- a. Tepat waktu (*on time*) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
- b. Tepat anggaran (*on budget*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
- c. Tepat spesifikasi (*on specification*) dimana proyek harus sesuai dengan yang telah ditentukan.

Lean Management

Lean Management pertama kali dikembangkan di perusahaan Jepang terutama oleh perusahaan *otomotif* dari Jepang yang sangat terkenal di berbagai negara termasuk Indonesia.

Lean Management berarti metode sistematis dan integratif yang diimplementasikan secara berkesinambungan untuk meminimalisir dan mencegah adanya pemborosan ataupun proses-proses yang tidak bernilai tambah (*non value added*) dengan cara perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) melalui pemetaan *value stream* (peta yang memperlihatkan proses nyata secara lebih rinci, mengandung informasi yang lengkap seperti tahapan proses, *lead time*, antrian, dan lain-lain), yang melibatkan seluruh karyawan baik dari tingkatan *top management* sampai tingkatan yang terendah.

Sejalan dengan perkembangan, sekarang ini konsep *Lean Management* tidak hanya dapat diterapkan di industri manufaktur tetapi dapat diterapkan di perusahaan jasa, instansi pemerintah dan pelayanan kesehatan (rumah sakit dan sebagainya), maupun lembaga pendidikan, dapat menerapkan *Lean Management* untuk menghasilkan proses yang lebih efektif dan efisien, pelayanan yang lebih cepat, biaya yang lebih rendah, serta kualitas mutu dan pelayanan yang lebih baik.

Peranan LPM pada proyek konstruksi

Mengidentifikasi *waste* (*Non Value-Adding Activities*) dan kendala (resiko) yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek, serta mengestimasi kebutuhan pelaksanaan proyek (waktu, biaya, sumber daya).

Prinsip-prinsip LPM

1. Project System

- Identifikasi *waste* dengan menggunakan diagram *Fish bone* diagram dan formulasi *if then*

- Identifikasi detail pekerjaan dengan *Work Breakdown Structure (WBS)*,

Gambar 1. Contoh diagram *Fish Bone*

Sumber: <http://flixuno.files.wordpress.com/2011/09/untitled1.jpg>

2. *Leading People*

- Identifikasi *Stakeholder* yang berkaitan.
- Mengelola *Stakeholder*, dengan pendefinisian *roles* tiap-tiap *stakeholder*, dengan menggunakan matriks RICA, digunakan untuk proyek yang berhubungan dengan banyak pihak (biasanya hingga ratusan)

3. *Chartering*

Chartering merupakan suatu tahap pendefinisian visi dan tujuan proyek, dan menempatkan otoritas kepada pemimpin proyek untuk rencana proyek. Untuk memudahkan tahap *chartering*, maka *manager* proyek dapat menggunakan *form charter*, sehingga *stakeholder* yang berkaitan dapat memperoleh informasi dari proyek yang berkaitan

4. *Right solution*

Pengambilan solusi ini digunakan dalam pemilihan solusi untuk menangani *waste* yang berpotensi muncul saat pelaksanaan proyek

5. *Managing Variation*

Variasi di dalam proyek diartikan ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu *manage* variasi, dengan cara mengestimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, waktu (penjadwalan) dan sumber daya yang digunakan.

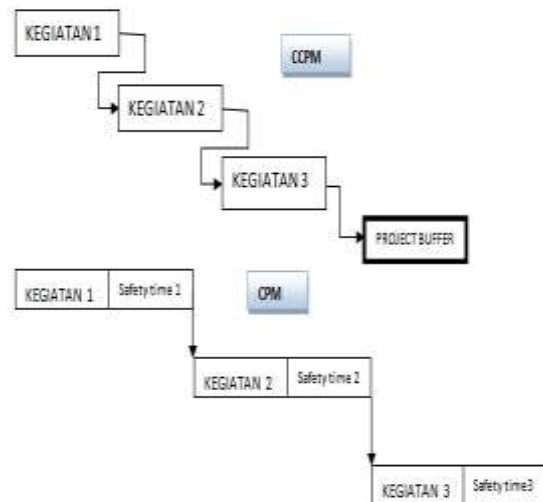
- Estimasi biaya
Yang pertama dilakukan adalah mengestimasi biaya proyek dari kebutuhan material dan tenaga kerja (sebelum PPN 10% dan dana kontingensi. Estimasi biaya

dilakukan dengan merinci kebutuhan material dan tenaga kerja dari tiap jenis pekerjaan.

- Estimasi Jadwal

Perencanaan penjadwalan menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* bertujuan untuk menghindari *Student Syndrom* dan *Parkinson's Law Effects*. *Critical Chain Project Management (CCPM)* adalah suatu metode penjadwalan yang dapat menjadi suatu alternatif baru sebagai solusi dari permasalahan tersebut.

CCPM merupakan perkembangan dari metode *Critical Path Management (CPM)*. Kelemahan metode penjadwalan CPM salah satunya adalah pemberian waktu terlalu lama panjang karena waktu cadangan diletakkan pada setiap aktivitas, sehingga sumber daya cenderung untuk menghabiskan waktu yang ada (*parkinson's law effects*), padahal pekerjaan dapat dilakukan lebih cepat dari itu atau bahkan pekerja cenderung melakukan pekerjaan dengan sungguh-sungguh pada akhir-akhir batas waktu pekerjaan saja (Hanggoro, 2013).

Gambar 2. Perbedaan CCPM dan CPM dalam penggunaan *buffer time*

- Estimasi sumber daya
Kebutuhan jumlah pekerja berbanding terbalik dengan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Semakin singkat (sedikit) waktu yang dibutuhkan untuk menyele-

saikan pekerjaan maka kebutuhan pekerja semakin banyak, begitu pula sebaliknya.

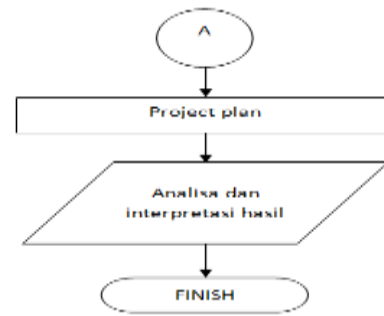
6. *Project Risk Management*

7. *Project Plan*

Project Plan Merupakan integrasi dari prinsip Lean Project Management.

8. *Eksekusi*

- Proses pengendalian proyek
- Memonitor kinerja waktu
- Mengembangkan sistem biaya atau jadwal terintegrasi



Gambar 3. Bagan alir *Lean Project Management*

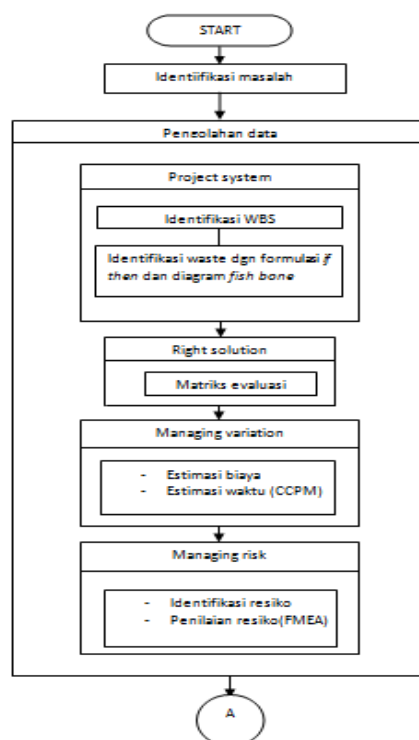
Macam-macam Waste

Macam-macam waste yang terjadi dalam konstruksi menurut Womack dan Jones (1996):

1. Cacat pada produk (defects)
2. Overproduction
3. Waiting
4. Unappropriate Processing
5. Unnecessary motion
6. Excessive transportation
7. Unnecessary inventory
8. Desain barang atau jasa yang tidak memuaskan

METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap ini, ditampilkan langkah-langkah penelitian yang didalamnya digunakan metode Lean Project Management.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Proyek

Dalam pembangunan Mantos tahap III terdapat dua tahap pembangunan yaitu pembangunan mall dan hotel. Pembangunan mall terdiri dari 5 lantai, sedangkan gedung hotel terdiri dari 15 lantai. Dan penelitian ini difokuskan pada pekerjaan gedung hotel.

Pembangunan Mantos tahap III ini direncanakan selesai dalam jangka waktu 2 tahun, dan gedung hotel direncanakan selesai dalam jangka waktu 1 tahun. Proyek pekerjaan gedung hotel Mantos dianggarkan bernilai Rp. 72,391,666,414.54 ditambah biaya PPN 10% menjadi 79,630,833,056.00.

Didalam proyek ini terdapat 5 macam jenis pekerjaan utama, yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah dan pasir, pekerjaan pondasi dan *sloof*, pekerjaan struktur, dan pekerjaan atap.

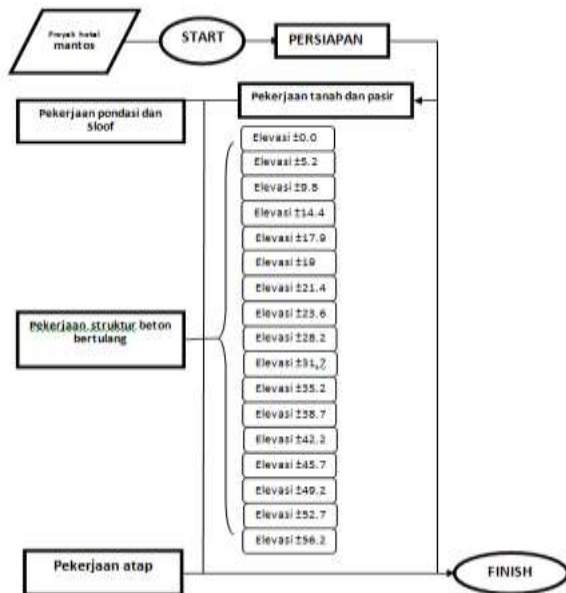
Karena terdiri dari 15 lantai, pekerjaan gedung hotel ini membutuhkan alat-alat berat yang berkualitas bagus dan Pekerja yang digunakan pada proyek ini yaitu rencananya akan menggunakan pekerja yang sudah pernah bekerjasama dengan pihak pelaksana pada proyek sebelumnya, sehingga pemahaman pekerja dalam penggunaan peralatan dan prosedur setiap aktivitas proyek tidak diragukan lagi, dan tidak perlu terjadi pengulangan pekerjaan akibat kesalahan prosedur. Hal ini dapat dikatakan sebagai upaya penghindaran peristiwa *unappropriate processing* dan *over production*.

Pemasokan bahan material juga akan disesuaikan dengan standarisasi yang terdapat dalam surat kontrak kerja, sehingga kemungkinan kelebihan bahan material kecil, atau yang biasanya disebut dengan *unnecessary inventory*. Desain gedung dikerjakan sesuai dengan desain arsitektural dari *project manager*

sehingga ketidakcocokkan atau ketidakpuasan konsumen dalam hal desain sangat kecil.

Pengolahan Data

- Work Breakdown Structure (WBS)**

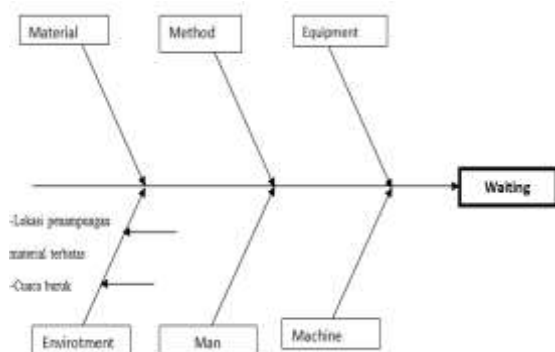


Gambar 4. Bagan Work Breakdown Structure proyek pembangunan gedung hotel Mantos tahap III

- Identifikasi Waste**

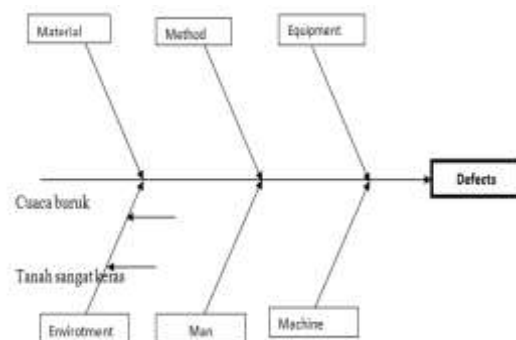
Berdasarkan wawancara pada pihak yang terkait dan melihat kondisi lapangan dan karakteristik proyek, *waste* yang paling berpotensi muncul dan berpengaruh pada proyek gedung hotel Mantos tahap III adalah *waiting*, *defect excessive transportation* dan *unnecessary motion*.

Adapun faktor-faktor penyebab dari kondisi *waiting* adalah lokasi penampungan material yang terbatas sehingga pengiriman bisa tertunda atau tidak lancar dan juga cuaca yang buruk dapat mengganggu jalannya proyek. dapat dilihat pada Gambar 5.



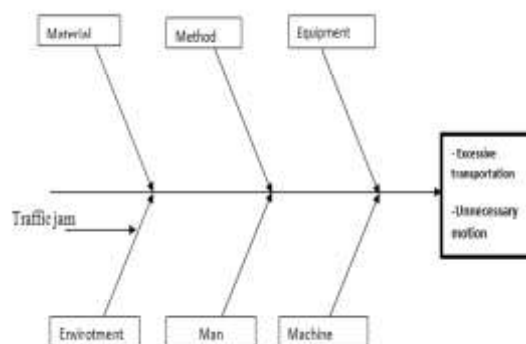
Gambar 5. Fish bone diagram waiting

Defect, *defect* pada proyek yaitu terjadi ketika pelaksanaan proyek terjadi kerusakan pada fisik bangunan, material, *property*. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* adalah faktor cuaca yang buruk. Pada umumnya musim hujan terjadi pada bulan Oktober hingga Maret, namun pada kenyataannya musim hujan dapat terjadi kapan saja. Dan juga kondisi tanah yang terlalu keras bahkan berbatu, sehingga pada saat pemancangan terjadi kerusakan pada *pile cap*. Dapat kita lihat pada Gambar 6. berikut ini.



Gambar 6. Fish bone diagram defect

Waste terakhir yang berpotensi terjadi adalah *unnecessary motion* dan *excessive transportation*. Yang menyebabkan *waste* ini terjadi karena perpindahan transportasi untuk material dari tempat pengambilan material cukup jauh yang berjarak ± 25 km dan medan menuju lokasi dapat terjadi hambatan seperti kemacetan lalu lintas, dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Fish bone diagram excessive transportation dan unnecessary motion

Tabel 1. *Controlling waste* dengan formulasi *if then*

CONTROLLING WASTE			
<i>If</i>	<i>Then</i>	<i>When</i>	
Lokasi penampungan material terbatas	Pengiriman dilakukan berdasarkan jadwal pekerjaan	Saat pelaksanaan	
	Menyewa lahan yang lebih luas khusus untuk material		
Cuaca buruk	Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pekerjaan	Saat pelaksanaan	
	Melakukan percepatan saat cuaca normal		
Tanah sangat keras	Pile cap diangkat lebih dari yang dibutuhkan	Saat pelaksanaan	
	Titik untuk pemancangan dipindah		
Traffic jam	Distribusi material dilakukan malam hari	Saat pelaksanaan	
	Cari rute terpendek dari tempat pengangkutan menuju lokasi proyek		

- Matriks Evaluasi**

Matriks evaluasi bertujuan untuk mengetahui solusi mana yang layak dipilih berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya dengan melakukan pembobotan. Dari pembobotan tersebut akan didapatkan *scoring* tiap-tiap solusi, sehingga dapat diputuskan solusi mana yang dapat “GO” atau “NOT GO”.

Tabel 2. Matriks evaluasi lahan penampungan material terbatas

Kriteria	Weight factor	Lahan penampungan material terbatas			
		Pengiriman dilakukan berdasarkan jadwal pekerjaan		Menyewa lahan yang lebih luas khusus untuk material	
		Ranking	Weighted score	Ranking	Weighted score
-Biaya	3	5	15	2	6
-Waktu	3	3	9	2	9
-Dampak terhadap hasil	3	5	15	4	12
-Resiko	3	4	12	2	6
Total		51		33	
GO/NOT GO		GO		NOT GO (GO II)	

Tabel 3. Matriks evaluasi cuaca buruk

Kriteria	Weight factor	Cuaca buruk			
		Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pekerjaan		Melakukan percepatan saat cuaca normal	
		Ranking	Weight score	Ranking	Weight score
-Biaya	3	5	15	1	3
-Waktu	3	5	15	2	6
-Dampak terhadap hasil	3	4	12	4	12
-Resiko	3	5	15	2	6
Total		57		27	
GO/NOT GO		GO		NOT GO (GO II)	

Tabel 4. Matriks evaluasi kerusakan pile cap pada saat pemancangan karena tanah yang sangat keras

Kriteria	Weight factor	Kerusakan Pile Cap pada saat pemancangan karena tanah yang sangat keras			
		Pile cap diangkat lebih dari yang dibutuhkan		Titik untuk pemancangan dipindah	
		Ranking	Weight score	Ranking	Weight score
-Biaya	3	3	9	2	6
-Waktu	3	3	9	1	3
-Dampak terhadap hasil	3	4	12	2	6
-Resiko	3	5	15	2	6
Total		45		21	
GO/NOT GO		GO		NOT GO (GO II)	

Tabel 5. Matriks evaluasi traffic jam

Kriteria	Weight factor	Traffic jam			
		Cari rute terpendek dari tempat pengangkutan menuju lokasi proyek		Distribusi material dilakukan malam hari	
		Ranking	Weight score	Ranking	Weight score
-Biaya	3	5	15	5	15
-Waktu	3	3	9	1	3
-Dampak terhadap hasil	3	4	12	4	12
-Resiko	3	5	15	5	15
Total		51		45	
GO/NOT GO		GO		NOT GO (GO II)	

- Managing Variation**

Variasi di dalam proyek diartikan ketidakpastian, untuk itu pihak pelaksana perlu mengatur variasi, dengan cara mengestimasi sebelum pelaksanaan proyek baik dari segi biaya, dan waktu, sumber daya yang digunakan. Estimasi biaya dilakukan dengan merinci kebutuhan material dan tenaga kerja dari tiap jenis pekerjaan.

Tabel 6. Rincian biaya proyek pembangunan gedung hotel Mantos III

No	Jenis pekerjaan	Jumlah
1	Pekerjaan persiapan	Rp. 4,037,397,760.00
2	Pekerjaan tanah dan pasir	Rp. 360,292,147.30
3	Pekerjaan pondasi dan sloof	Rp. 7,851,311,509.10
4	Pekerjaan struktur	Rp. 57,698,856,826.42
5	Pekerjaan atap	Rp. 2,443,808,171.65
Total		Rp. 72,391,666,414.56

Setelah melakukan estimasi biaya, dilakukan estimasi penjadwalan dengan menggunakan kurva S dan *Critical Chain Project Management*.

Tabel 7. Perhitungan *project buffer*

	Jenis pekerjaan	Optimistic (A)	Most likely (S)	(S-A)/2	(S-A)/2 x (S-A)/2
	pekerjaan tanah dan pasir	35	35	0	0
	pekerjaan pondasi dan sloof	40	40	0	0
elevasi +/-0,0	zone I	8	8	0	0
	zone II	8	8	0	0
	zone III	8	8	0	0
elevasi +5,20	zone I	10	10	0	0
	zone II	35	36	0,5	0,25
	zone III	29	29	0	0
elevasi +9,80	zone I	40	41	0,5	0,25
	zone II	10	10	0	0
	zone III	10	10	0	0
elevasi +14,40	zone I	10	10	0	0
	zone II	40	41	0,5	0,25
	zone III	35	36	0,5	0,25
elevasi +17,90	zone I	29	29	0	0
	zone II	22	22	0	0
	zone III	38	38	0	0
elevasi +19,00	zone I	32	33	0,5	0,25
	zone II	28	29	0,5	0,25
	zone III	22	22	0	0
elevasi +23,60	zone I	37	38	0,5	0,25
	zone II	32	33	0,5	0,25
	zone III	35	36	0,5	0,25
elevasi +26,20	zone I	29	29	0	0
	zone II	33	34	0,5	0,25
	zone III	27	27	0	0
elevasi +31,70	zone I	33	34	0,5	0,25
	zone II	33	34	0,5	0,25
	zone III	27	27	0	0
elevasi +35,20	zone I	33	34	0,5	0,25
	zone II	27	27	0	0
	zone III	33	34	0,5	0,25
elevasi +36,70	zone I	28	29	0,5	0,25
	zone II	33	34	0,5	0,25
	zone III	28	29	0,5	0,25
elevasi +42,20	zone I	33	34	0,5	0,25
	zone II	28	29	0,5	0,25
	zone III	33	34	0,5	0,25
elevasi +46,20	zone I	28	29	0,5	0,25
	zone II	33	34	0,5	0,25
	zone III	28	29	0,5	0,25
elevasi +52,70	zone I	33	34	0,5	0,25
	zone II	28	29	0,5	0,25
	zone III	10	10	0	0
elevasi +56,20	zone I	7	7	0	0
	pekerjaan atap	58	60	1	1
	pekerjaan waterproofing	30	30	0	0
total					6,25
18					5

Dari penjadwalan CCPM, didapatkan bahwa panjang durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek 353 hari (termasuk *buffer time*) hal ini tentu saja jauh lebih singkat dibandingkan dengan jadwal *eksisting* yaitu sepanjang 360 hari.

Biaya yang dapat dihemat dari metode penjadwalan CCPM

Dari hasil penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM dibanding dengan penjadwalan *eksisting* didapatkan percepatan pengerjaan hingga kurang lebih 7 hari (termasuk *buffer time*). Tentu saja hal ini berpengaruh pada total biaya tenaga kerja yang dikeluarkan.

Dengan adanya percepatan 7 hari maka pihak pelaksana dapat menghemat biaya tenaga kerja selama 7 hari, berikut rincian dari perhitungan penghematan biaya tersebut, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rincian biaya proyek pembangunan gedung hotel Mantos III

Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Satuan
Mandor	Rp.159.300,00	/Hari
Kepala tukang	Rp.140.600,00	/Hari
Tukang kayu	Rp.131.200,00	/Hari
Tukang batu	Rp.131.200,00	/Hari
Tukang besi	Rp.131.200,00	/Hari
Pekerja gah	Rp.103.100,00	/Hari
Pekerja	Rp.93.700,00	/Hari
Driver	Rp.187.500,00	/Hari
Operator alat berat	Rp.281.200,00	/Hari
Operator alat ringan	Rp.225.000,00	/Hari
TOTAL	Rp.1.584.000,00	/Hari

Dari perhitungan dari tabel diatas, didapatkan bahwa total biaya tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp. 1.584.000,00 dihitung satu orang pekerja tiap pekerjaan. Jadi diperoleh penghematan sebesar,

$$7 \times \text{Rp } 1,584,000.00 = \text{Rp.}11,088,000.00$$

Identifikasi Resiko

Pada dasarnya identifikasi resiko diawali dengan menyusun daftar kejadian kejadian tidak diharapkan di proyek yang mungkin menyebabkan kegagalan dalam mencapai sasaran proyek.

Tabel 9. Identifikasi peristiwa resiko

Konsep	Sumber	Indikator
R I S I K O	Eksternal tidak dapat diprediksi	<i>Acts of God</i> dan <i>natural hazard</i>
	Eksternal dapat diprediksi	Masalah dalam penyediaan sumberdaya (material, tenaga kerja, alat)
	Internal non-teknis	Kondisi keuangan proyek yang buruk
		Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk
		Masalah pada K3
		Pencurian, kelalaian, ketidakjujuran
		Kerusakan alat, properti, fisik proyek

Dari daftar kejadian resiko di atas kemudian dilakukan *risk priority number* pada setiap indikator resiko, yang dimana *risk priority number* diberikan sesuai hasil wawancara dengan para pakar yang terakit dengan proyek serupa. *Risk priority number* terletak pada range 1 sampai 5 pada tiap-tiap indikator.

Berikut ini dapat dilihat dari Tabel 10. *form* penilaian resiko dari proyek pembangunan gedung Hotel Manado Town Square tahap III yang dikerjakan oleh PT. Gerbang Nusa Perkasa.

Tabel 10. Form Penilaian resiko

Indikator resiko	Kemungkinan	Dampak	Deteksi kesulitan	FMEA	Kapan
Acts of God	5	4	3	60	Setiap saat
Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga kerja, alat)	3	4	2	24	Sebelum dan saat pelaksanaan
Kondisi keuangan proyek yang buruk	2	4	2	16	Sebelum dan saat pelaksanaan
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	3	4	3	36	Saat pelaksanaan
K3	2	3	2	12	Saat pelaksanaan
Pencurian, kelalaian, ketidakjujuran	4	4	3	48	Setiap saat
Kerusakan alat, property, fisik proyek	2	4	2	24	Saat pelaksanaan

Pada tabel *form* penilaian resiko di atas juga dilakukan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), tujuannya yaitu mengetahui peristiwa resiko apa yang kemungkinan besar terjadi, berdampak buruk, dan mempunyai tingkat kesulitan penanganan yang tinggi. Semakin tinggi nilai FMEA, maka pihak pelaksana harus semakin waspada terhadap peristiwa resiko tersebut.

Analisis dan Interpretasi Hasil

• Analisis Waste

Tabel 11. Rekomendasi solusi penyebab *waste* setelah evaluasi

Controlling waste		
If	Then	When
Lokasi penampungan terbatas	Pengiriman dilakukan berdasarkan jadwal pekerjaan	Saat pelaksanaan
Cuaca buruk	Mengajukan surat pengajuan keterlambatan pekerjaan	Saat pelaksanaan
Tanah sangat keras	Pile cap dianggarkan lebih dari yang dibutuhkan	Saat pelaksanaan
Traffic jam	Cari rute terpendek dari tempat pengangkutan menuju lokasi proyek	Saat pelaksanaan

• Analisa Risiko

Tabel 12. Matriks Respon Resiko

Indikator Risiko	Kemungkinan	Rencana Kontingensi	Pemicu
<i>Acts of God</i>	Mengurangi	Mengajukan surat keterlambatan pengerjaan	Cuaca buruk (tidak menentu)
Masalah dalam penyediaan sumber daya (material, tenaga Kerja, alat)	Penghindaran	Menganalisa kebutuhan sumber daya pra pelaksanaan	Kurang persiapan dari pihak pelaksana
Kondisi keuangan proyek yang buruk	Penghindaran	Proyek tidak boleh terhenti atau harus sesuai jadwal agar tetap mendapat pinjaman dari bank	Pekerjaan yang tidak sesuai jadwal
Kondisi waktu pelaksanaan proyek yang buruk	Penghindaran	Membuat penjadwalan dengan memberikan <i>buffer time</i>	Kurang persiapan dan salah menganalisa
Masalah pada K3	Asuransi	Asuransi	K3 tidak sesuai dengan standarisasi
Kecurangan, kelalaian, ketidakjujuran (pencurian material)	Penghindaran	Mengadakan keamanan dengan menyiapkan <i>security</i> di lokasi proyek	Lokasi proyek, bulan ramadhan
Kerusakan alat, properti, fisik proyek	Penghindaran	<i>Maintenance</i> secara berkala (sesuai jadwal)	Cuaca buruk (tidak menentu)

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil:

1. *Waste* atau kegiatan *non value added* yang muncul pada penelitian ini adalah *waiting*, *defects*, *unnecessary motion* dan *excessive transportation*. Kondisi cuaca yang tidak menentu, dan kondisi tanah yang sangat keras merupakan faktor penyebab timbulnya *defects*. *Waiting* disebabkan karena lokasi penampungan material yang terbatas. Juga masalah *traffic jam* yang mengakibatkan *unnecessary motion* dan *excessive transportation*.
2. Untuk menghindari *traffic jam* ditempuh dengan tindakan mencari rute terpendek dari tempat pengangkutan menuju lokasi proyek. Untuk masalah kondisi cuaca, dapat mengajukan surat keterlambatan kepada pemilik proyek. Untuk masalah pada lokasi penampungan material yang terbatas, dapat dilakukan pengiriman material berdasarkan jadwal pekerjaan. Dan untuk masalah tanah yang keras, *pile cap* dianggarkan lebih dari yang dibutuhkan.
3. Peristiwa resiko yang paling utama muncul pada proyek ini adalah masalah *Acts of God*

- and Natural Hazard*, karena peristiwa resiko tersebut sulit untuk diprediksi.
4. Dari hasil Estimasi biaya, didapatkan total biaya yang dibutuhkan sebanyak Rp.72,391,666,414.56. Untuk Estimasi waktu digunakan metode CCPM dan didapatkan percepatan waktu pengerjaan pada penjadwalan sebesar 7 hari (termasuk *buffer time*).

Saran

1. Untuk mencapai target proyek diperlukan sosialisasi kepada semua pihak yang terlibat dalam setiap aktivitas sehingga dapat meminimalisasi resiko yang dapat terjadi.
2. Resiko yang diidentifikasi untuk kedepannya tidak hanya resiko berdasarkan *waste* kritis, tetapi untuk keseluruhan *waste* yang teridentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, Nyoman. 2009. *Penerapan Metode Penjadwalan Critical Chain dan Lean Construction dalam Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi (Studi Kasus : PT. Adhi Karya (Persero), Tbk)*, Tugas Akhir. Jurusan Teknik Industri ITS, Surabaya
- Hanggoro, Eko., 2013. *Critical Chain Project Management (CCPM)*
- Ratih Indri Hapsari *Penerapan Metode Lean Project Management dalam Perencanaan Proyek Konstruksi pada Pembangunan Gedung Sdn Bektiharjo II Semanding Tuban* Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
- Soeharto, I., 1999. *Manajemen Proyek dan Konseptual Sampai Operasional* Erlangga, Jakarta.
- Womack, J. and Jones, D., 1996. *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster, New York.
- <http://flixuno.files.wordpress.com/2011/09/untitled1.jpg>